

2.1 Альтернативные источники энергии

Учитывая перспективы исчерпания традиционных – невозобновляемых источников энергии (уголь, нефть, газ, ядерное топливо), во всем мире активно изучается и реализуется возможность получения энергии за счет альтернативных (нетрадиционных) ресурсов, таких, как энергия ветра, солнца, геотермальная и энергия волн, а также других источников, которые относятся к неисчерпаемым, возобновляемым и относительно экологически чистым.

Как известно, различие между невозобновляемыми источниками и возобновляемыми состоит в том, что использование первых оказывает заметное влияние на биосферу, приводит к дополнительному нагреву ее компонентов. Поэтому эти виды источников энергии называют *добавляющими*, а вторые *недобавляющими*. Действительно, забирая солнечные лучи в установки, которые расположены на поверхности Земли, человек изымает энергию из цикла ее нагревания, а затем (после использования) возвращает планете в том же количестве в виде тепла. Иначе говоря, сколько взято из энергетического фонда, столько и вернулось в среду обитания в виде тепла. Напротив, добавляющая энергия в соответствии с вышеизложенным может рассматриваться как энергия, загрязняющая среду обитания человека.

При современных технологиях преимущественно производится добавляющая энергия. Ее рост обостряет качественно новую проблему защиты географической оболочки и биосферы от прямого энергетического перегрева. Энерговооруженность человечества стремительно увеличивается, и это приводит к повышению средних температур приземных слоев атмосферы. При сохранении современных темпов технического развития хозяйственная деятельность людей через 50 – 70 лет окажет существенное воздействие на климатические условия многих стран и регионов мира. Возможны таяние полярных льдов, активизация селей, возникновение засухи в одних районах земного шара и значительное увеличение осадков в других.

Согласно мнению ученых, безопасный предел использования

добавляющей энергии (своего рода лимит для человечества) составляет не более 0,1 % мощности падающей на Землю солнечной энергии, т.е. около 100 млрд. кВт. Сейчас земная цивилизация производит для своих нужд (промышленность, быт, транспорт) добавляющую энергию мощностью около 10 млрд. кВт – всего в 10 раз меньше допустимого предела.

Последние десятилетия ежегодный прирост мирового энергопроизводства составляет около 3 % в год. При сохранении такого темпа прироста допустимый предел будет достигнут через 75 лет. Уже в середине XXI в. рост производства невозобновляемых видов энергии должен быть прекращен или последствия грозят глобальным кризисом цивилизации.

Вышеизложенное является главным аргументом в пользу масштабного использования возобновляемых источников энергии: солнечной, ветровой, океанской и др.

Еще один весомый аргумент. Многие ученые считают, что развитие энергетики на невозобновляемом топливе ставит жесткий предел численности населения планеты, которое составило в 2006 г. около 6,5 млрд. человек и ежегодно увеличивается на 75 – 80 млн. человек. Таким образом, в перспективе человечество столкнется с *энергодемографическим кризисом*.

Согласно материалам Энергетической стратегии России, технический потенциал нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ) в России составляет около 4,6 млрд. т условного топлива в год, а экономический потенциал – 270 млн. т, т.е. чуть более четверти от общего объема ежегодного потребления всех топливно-энергетических ресурсов в стране. Однако реальная доля возобновляемой энергии в России в начале века составляла лишь 0,5 % от общего производства энергии. Согласно прогнозам, к 2020 г. доля НВИЭ должна составить как минимум 6 – 7 %. При этом укажем, что Европейский союз намерен уже к 2010 г. довести этот показатель до 12 % общего энергопотребления.

В ряде стран проводится политика экономического стимулирования внедрения объектов возобновляемой энергетики. Например, на Украине в 1996 г. был издан Указ Президента и принято соответствующее постановление Правительства о включении в тариф на электроэнергию и в цены на ископаемое топливо доли (0,75 %) на развитие возобновляемой энергетики (малые ГЭС, ветроэлектростанции и т.д.). В Германии в 2000 г.

был принят федеральный закон, согласно которому установлены повышенные закупочные цены на электроэнергию, произведенную малыми объектами возобновляемой энергетики и поставленную в централизованную сеть. Этот механизм будет действовать 20 лет (В.Е. Артемов, 2005 г.).

2.2 Использование солнечной энергии

Мощность солнечной энергии, поступающей на поверхность Земли, оценивается в 20 млрд. кВт, что эквивалентно $1,2 \cdot 10^{14}$ т условного топлива в год. Для сравнения: мировые запасы органического топлива составляют по самым оптимистическим прогнозам всего $6 \cdot 10^{12}$ т, т.е. в 20 раз меньше. Подсчитано, что использование лишь 0,01 % общего потока солнечной энергии могло бы полностью обеспечить современные мировые потребности человечества в энергии.

Солнечная энергия обладает неоспоримыми преимуществами перед традиционным органическим и ядерным горючим. Во-первых, это исключительно чистый вид энергии, который не загрязняет окружающую среду (ОС), а само ее использование не связано с опасностью для биологических систем. Во-вторых, использование солнечной энергии в больших масштабах не нарушает сложившегося в ходе эволюции энергетического баланса Земли. Согласно расчетам, без вреда для биосферы можно изъять около 3 % всего потока, попадающего на планету.

Однако солнечная энергия падает на всю поверхность Земли, нигде не достигая особой интенсивности. Поэтому ее нужно уловить на сравнительно большой площади, сконцентрировать и превратить в приемлемую форму для промышленных, бытовых и транспортных нужд. Кроме того, надо уметь запасать солнечную энергию, чтобы поддерживать энергоснабжение и ночью и в пасмурные дни.

Солнечную энергию можно использовать напрямую (посредством улавливания техническими устройствами). Это *космическая гелиоэнергетика*. Возможно и опосредованное использование ее – через продукты фотосинтеза, круговорот воды, движение воздушных масс и другие процессы, которые обуславливаются солнечными явлениями (*наземная гелиоэнергетика*).

Использование солнечной энергии для теплоснабжения. Подсчитано, что в США для обогрева помещений и горячего водоснабжения расходуется до 25 % производимой в стране энергии. В России, где климат суровее, эта доля существенно выше. Использование солнечной энергии – относительно простой и достаточно экономичный путь решения указанной проблемы.

Наиболее распространено улавливание солнечной энергии посредством различного вида коллекторов, в которых она преобразуется в тепловую и нагревает тот или иной теплоноситель. В простейшем виде это темного цвета поверхности для улавливания тепла и приспособления для его накопления и удержания.

В современных гелиоконденсаторных установках (рис. 2.1) солнечная энергия с помощью отражателей фокусируется на тепловоспринимающую

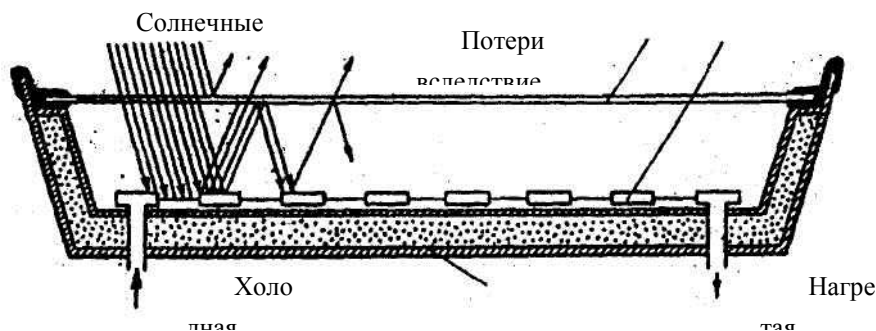


Рисунок 2.1 - Плоский солнечный коллектор:

1 – стекло; 2 – поглощающее покрытие; 3 – тепловая изоляция

поверхность солнечного коллектора. Далее теплоноситель (например, вода) идет на отопление жилых и промышленных зданий или поступает в паровую

турбину. Коллекторы помещаются в прозрачную (из стекла) камеру, которая действует по принципу парника.

Солнечные водонагреватели используются для целей тепло- и горячего водоснабжения в южных климатических зонах (рис. 2.2).

Известно, что в домашнем хозяйстве на нагревание воды расходуется от трети до половины всей потребляемой энергии. Солнечные системы здесь могут быть экономически даже рентабельнее отопительных, поскольку те нужны только зимой, а потребность в горячей воде (и экономия) не прекращается круглый год.

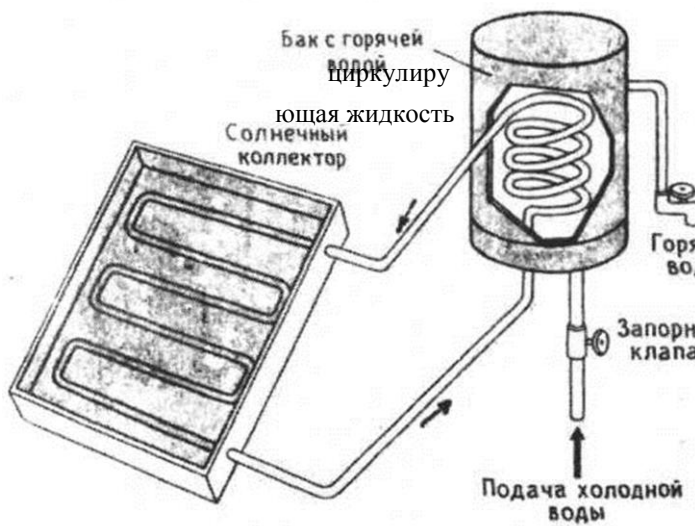


Рисунок 2.2 - Солнечный нагреватель

В теплых регионах достаточно конвекционной циркуляции только воды, в областях с холодными зимами в водонагревательной сети циркулирует антифризная жидкость.

Дублирующей системой (в темное время суток, например) по отношению к солнечному водонагревателю может служить традиционная (топливная) котельная.

В СССР еще в 1977 г. вступил в строй первый завод по массовому производству солнечных водонагревателей. В 1980 г. во Франции введена в эксплуатацию система теплоснабжения жилого дома, основанная на комбинированном использовании плоских гелио-приемников, теплонасосных установок и расположенного в грунте теплового аккумулятора (рис. 2.3). На крыше дома установлены 60 коллекторов солнечной энергии суммарной площадью 90 м^2 , под помещением размещены пластмассовые трубки, через которые осуществляется теплообмен с грунтом в режимах накопления и потребления энергии. Отопление обеспечивается через напольные низкотемпературные обогревательные панели. При использовании системы для отопления дома объемом 418 м^3 и площадью 170 м^2 была получена годовая экономия энергии в 65 % по сравнению с системой электрического отопления.

О масштабах внедрения гелиоустановок, отличающихся высокой экологичностью, говорят такие данные: еще в 1982 г. гелиоустановками в США было оснащено более 300 тысяч зданий, а в Японии более 113 тысяч.

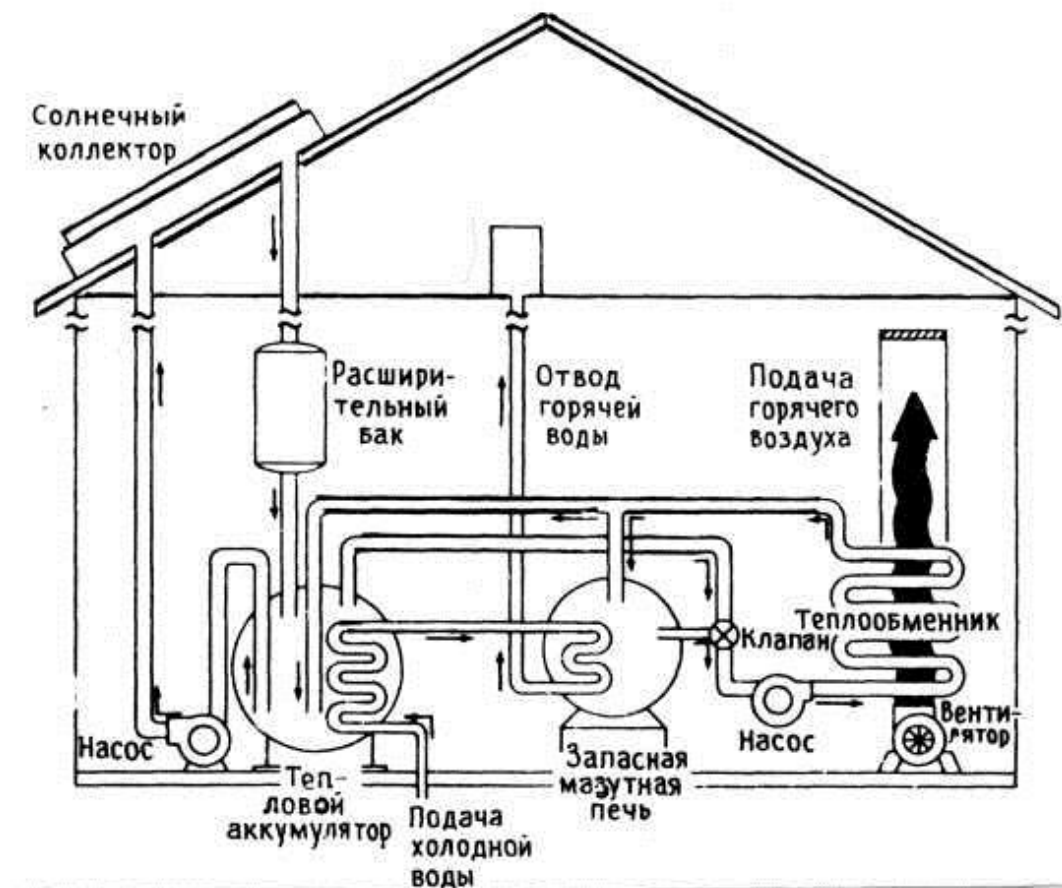


Рисунок 2.3 - Активная солнечная нагревательная система с тепловым аккумулятором

Более дешевой и практически не требующей ухода является *пассивная солнечная нагревательная система*; принцип ее функционирования показан на рис. 2.4.

Если на южной стороне здания есть крупные окна, оно само по себе действует как солнечный коллектор. Зимой солнечный свет, проходя через окна, нагревает помещение; ночью задергивают плотные портьеры или опускают жалюзи, чтобы тепло не выходило наружу. Чтобы избежать летом перегрева, снаружи можно укрепить козырек, защищающий окна от падающих лучей. Очень хорошо, если дом окружен листопадными деревьями: зимой они не мешают проходить солнечному свету, а летом защищают от него, создавая прохладу.

Грамотно спроектированные дома позволяют снижать до 75 % расходов на энергию (топливо) при дополнительных строительных затратах,

составляющих лишь 5 – 10 % почти в любых климатических условиях.

Уже существующие дома в большинстве случаев также можно оборудовать пассивным солнечным отоплением (рис. 2.5). Если такую систему установит сам владелец (например, в сельской местности или пригороде), она быстро окупит себя и начнет давать экономию на топливе (Б. Небел, 1993 г.).

По использованию солнечной энергии на душу населения на первом месте в мире стоит Кипр, где до 90 % коттеджей и большое число отелей и многоквартирных домов располагают солнечными водонагревателями. В Израиле солнечная энергия обеспечивает 65 % горячего водоснабжения. Для южных областей России, в которой стремительно дорожает электроэнергия, это, несомненно, пример для подражания.

Еще более дешевым способом улавливать и запастись солнечную энергию являются солнечные “пруды” (рис. 2.6).

Искусственный водоем частично заполняется рассолом (очень соленой водой), поверх которого находится пресная вода. Плотность рассола гораздо выше, поэтому он остается на дне и с верхним слоем почти не смешивается. Солнечные лучи без помех проходят через пресную воду, но поглощаются рассолом, тем самым нагревая его. Верхний слой, подобно изоляции, не дает нижнему остывать. Таким образом, в солнечных прудах используется тот же принцип что и в парниках, только земля и стекло заменены здесь соответственно рассолом и пресной водой. Горячий раствор соли может циркулировать по трубам, отапливая помещения, или использоваться для выработки электричества; им нагревают жидкости с низкой температурой кипения, которые, испаряясь, приводят в движение турбогенераторы низкого давления. Так как солнечный пруд представляет собой по сути высокоэффективный теплоаккумулятор, энергию с его помощью можно получать непрерывно. На базе солнечного пруда в Калифорнии построена электростанция мощностью около 50 МВт.

Наземные солнечные электростанции. В основе солнечных электростанций (СЭС) лежит технология концентрирования солнечной энергии на поверхности парогенератора с помощью специальных отражающих зеркал (гелиостатов). Сотни и тысячи таких зеркал соединяют солнечные “зайчики” в единое пятно, что обеспечивает

высокотемпературный (до 4000 °С) подогрев любого вещества, вплоть до плавления многих металлов.

В 1986 г. в Крыму вступила в строй первая отечественная СЭС-5 мощностью 5 тыс. кВт. Она представляет собой башню высотой 70 м, на которой установлен круговой солнечный парогенератор, высота и диаметр которого равны 7 м. Вокруг башни по концентрическим кругам размещено 1600 зеркальных гелиостатов. Общая площадь зеркальной поверхности составляет 40 тыс. м². Автоматизированная система управления обеспечивает с помощью ЭВМ такое положение каждого гелиостата, что отраженные лучи, независимо от положения Солнца на небосводе, в каждый момент времени направляются строго на поверхности парогенератора. В отличие от обычных электростанций на СЭС-5 установлены также аккумуляторы энергии. Это теплоизолированные емкости, в которых под большим давлением хранится перегретая вода. В случае облачности или после захода Солнца пар из верхней полости аккумуляторов может быть направлен на паровую турбину. Число часов солнечного сияния в Крыму позволяет обеспечить продолжительность работы СЭС-5 в течение 1920 ч/год. За это время электростанция может выработать около 6 млн. кВт·ч электроэнергии и обеспечить экономию до 2 тыс. т условного топлива.

Подобная солнечная “энергоданья” показана на рис. 2.7.

Более семи лет работает СЭС “Соляр-2” мощностью 10 МВт, построенная в пустыне Мохаве в американском штате Нью-Мехико.

Приемниками солнечного излучения служат 1900 зеркал, каждое площадью 50 м², ориентация которых регулируется компьютерной системой. Зеркала направляют солнечные лучи на 100-метровую башню, заполненную концентрированным раствором поваренной соли, нагревая его до 560 °С. Это тепло используется для нагрева воды и получения пара, который вращает лопасти турбины, соединенной с электрогенератором.

По мнению специалистов, гелиоконденсаторные установки могут сыграть очень важную роль в решении локальных проблем некоторых пустынных районов мира и, возможно, даже некоторых южных стран в целом. Однако для этого необходимо снизить площади и расход конструкционных материалов фокусирующих отражателей. Такие отражатели могут занимать более 10 % всей площади СЭС, что приводит к изменению коэффициента отражения земной поверхности и даже к нарушению теплового баланса региона. В настоящее время суммарная площадь отражателей, используемых в мировой практике, превышает 6 млрд. м² (6 тыс. км²), из них 1,8 млрд. м² в США и 1,3 млрд. м² в Японии (Н.И. Иванова, И.М. Фадин, 2002 г.).

К недостаткам всех перечисленных установок преобразования солнечной энергии относится то, что для них нужны большие площади, причем относительно недалеко (в пределах 80 км) от потребителя. Иначе потери при передаче электроэнергии будут недопустимо высоки. Правда, со временем могут появиться сверхпроводящие линии электропередач, которые решат эту проблему, однако в ближайшем будущем строительство энергобашен и солнечных прудов ограничивается недостатком вблизи крупных городов достаточно обширных свободных территорий.

Прямое преобразование солнечной энергии в электрическую. С целью преобразования солнечного излучения в электроэнергию применяют не только нагревание воды до кипения с получением пара, приводящего в действие турбогенераторы, но и *фотоэлектрические преобразователи* (ФЭП) или солнечные батареи, обеспечивающие указанный переход напрямую.

Они изготовлены из особых материалов, в которых падающая энергия

света индуцирует поток электронов, т.е. электрический ток. ФЭП (рис. 2.8) состоит из двух очень тонких слоев.

В состав вещества нижнего слоя входят атомы с одним электроном на внешней орбитали, который слабо притягивается ядром и легко может быть отдан. У атомов вещества верхнего слоя, наоборот, на внешней орбитали не хватает одного электрона. Такие атомы захватывают его извне. Свет, падающий на такой “сэндвич”, выбивает из нижнего слоя электроны, которые переходят в верхний слой. В результате между слоями возникает разность потенциалов: нижний слой приобретает положительный заряд, а верхний – отрицательный. При замыкании цепи проводом, “лишние” электроны из верхнего слоя вернутся в нижний; если на их пути находится двигатель, будет производиться работа, и он начнет вращаться. У современных солнечных батарей (на основе кремния) КПД преобразования световой энергии в электрическую невелик: 10 – 12 %.

В России недавно создан новый фотоэлемент на основе “слоеных” полупроводников из арсенида галлия и арсенида алюминия с рекордным КПД – 25 – 27 %, что уже сравнимо с показателями ТЭС.

Так как у солнечных батарей нет никаких движущихся частей, они изнашиваются мало и то прежде всего из-за воздействия климатических факторов. В настоящее время средний срок их службы составляет около 20 лет.

Когда требуется относительно небольшое количество энергии (например, в электронике), фотопреобразователи сейчас выгоднее сменных батарей. Применение солнечных батарей очень быстро растет, например в карманных калькуляторах, телефонах, телевизорах, на радиорелейных станциях, в железнодорожной сигнализации, на маяках, морских буровых платформах, в оросительных системах и т.д. Такая широта применения объясняется тем, что большое число фотопреобразователей можно соединить проводами в единое целое, получив любую требуемую мощность.

В Калифорнии функционирует электростанция с 10-метровыми панелями с суммарной мощностью 6,5 МВт, что достаточно для электроснабжения около 2,5 тыс. жилых домов.

Сообщается, что стоимость СЭС мощностью 1000 МВт составляет в настоящее время около 5 млрд. долл. США или 5 долл. в пересчете на 1 Вт. Уже сейчас, таким образом, по цене электроэнергия, вырабатываемая солнечными батареями, может конкурировать с получаемой на АЭС,

Каждый год объемы производства и продаж систем для получения “солнечной” электроэнергии увеличиваются на 30 % (Ю.В. Новиков, 2006 г.).

Так, в Германии разработана правительственная программа “Сто тысяч солнечных крыш”, согласно которой в самое ближайшее время в стране будет установлено 100 тыс. солнечных батарей на крышах домов общей мощностью 300 МВт. Однако при реализации программы возникла проблема нехватки чистого кремния – основы солнечных батарей: для получения 1 кВт солнечной батареи требуется 11 – 15 кг кремния.

Фотоэлектростанции используются в Калифорнии для превращения солнечной энергии в электричество, что позволяет справляться с пиковыми

нагрузками, возникающими в летние месяцы, когда интенсивно работают установки кондиционирования воздуха. СЭС есть в Испании, Италии, Израиле, Японии.

Согласно расчетам петербургских ученых-физиков, если в среднеазиатской пустыне квадрат со стороной 100 км устлать полупроводниковыми преобразователями солнечной энергии на основе кремния, то такая СЭС удовлетворит потребности в электроэнергии всех стран СНГ. Однако полупроводниковые системы пока очень дороги.

Космические солнечные электростанции. Как известно, интенсивность солнечной радиации не только сравнительно невелика (с 1 м² поверхности можно получить лишь несколько сотен Вт тепла), но и существенно отличается на различных широтах, колеблется в течении года и суток, зависит от погодных условий. Однако в космосе Солнце излучает энергию с неизменной интенсивностью. Идеи строительства электростанций в ближнем космосе высказывал еще К.Э. Циолковский, однако патент был получен американским ученым П.Э. Глезером в 1973 г., он же предложил для их размещения геостационарную орбиту.

Искусственный спутник Земли, находящийся на расстоянии примерно 36000 км, на так называемой геостационарной орбите (ГСО), вращается синхронно с планетой и как бы висит над определенной точкой поверхности. Земная ось наклонена примерно на 23,5° относительно плоскости эклиптики — большого круга небесной сферы, по которому происходит видимое годовое движение Солнца. Если поместить спутник на ГСО с таким же углом наклона, то более 90 % времени он будет освещаться солнечными лучами, плотность потока энергии которых составляет здесь 1,4 кВт/м², или в 7,5 – 15 раз больше, чем в среднем на поверхности Земли. Только в дни, примыкающие к весеннему и осеннему равноденствию (кратковременно, не более чем на 72 мин/сут), спутник окажется в земной тени. Очевидно, геостационарная орбита наилучшим образом подходит для размещения солнечной космической электростанции (СКЭС) (рис. 2.9).

На спутниках и космических кораблях фотоэлектрические батареи преобразуют солнечную энергию в электрическую, питающую бортовую аппаратуру и вспомогательные двигатели, но мощность таких батарей, как

правило, не превосходит 20 – 25 кВт. Проблема в том, чтобы повысить мощность до промышленных масштабов (а это значит – в сотни тысяч раз) и в передаче производимой энергии на Землю. Как показывают расчеты, эксперименты и инженерные проработки, все это осуществимо. Однако на пути широкомасштабного применения космических электростанций (КСЭС) стоит пока не решенная проблема о способе передачи энергии на поверхность Земли.

Передавать выработанную в космосе электроэнергию предложено, в частности, с помощью СВЧ-излучения, которому не мешают ни толща атмосферы, ни тучи. Достигнутые успехи в развитии полупроводниковой электроники позволят в перспективе использовать приборы, непосредственно преобразующие солнечное излучение в СВЧ-мощность. По одному из проектов СВЧ-мощность поступает на передающую антенну диаметром около 1 км, которая и посылает мощный сфокусированный луч на Землю. Размеры приемной антенны должны быть заметно больше, чем передающей. В зависимости от места размещения (широты) это будет либо круг диаметром 8 – 12 км (на экваторе), либо вытянутый эллипс. Задача приемной антенны (ее называют *ректенной*) – не только принимать СВЧ-излучение, но и с помощью миллиона диодных элементов выпрямлять его, преобразовывать в постоянный электрический ток, который затем подается в высоковольтную сеть постоянного тока или обычным способом преобразуется в переменный ток.

Ректенна займет 250 – 270 км². Предлагается решетку антенны несколько приподнять над поверхностью и использовать территорию под пашни, пастбища, сады. Решетка почти полностью поглощает СВЧ-излучение, пропускает 80 % солнечного света и не задерживает осадков. Рационально строить здесь также энергоемкие промышленные предприятия, максимально автоматизированные. Можно размещать ректенны и на море, на необитаемых атоллах или искусственных островах, платформах.

Прежде чем приступить к сооружению КСЭС, следует оценить уровень их экологической опасности. Очевидно, что мощные пучки СВЧ-излучения не могут не сказаться на состоянии атмосферы и ее верхней части – ионосферы. Известно, что СВЧ-излучение, особенно его высокочастотная составляющая, сильно поглощается молекулами воды и кислорода и может

вызвать локальный нагрев воздуха. Следует при этом учесть и то обстоятельство, что пучок СВЧ-излучения, неизбежно рассеиваясь на крупницах града, снежинках или каплях дождя, будет расширяться, захватывая примыкающее пространство. Кроме того, что немаловажно, над зонами ректенн не должны проходить маршруты самолетов, пути миграции перелетных птиц и т.д.

Нет полной ясности и относительно масштабов возможного взаимодействия СВЧ-пучка с заряженными частицами ионосферы. Как это скажется на прохождении радиоволн, а следовательно, на радиосвязи в целом?

Ныне интенсивно разрабатывается *лазерный способ передачи энергии*, при котором можно обойтись сравнительно небольшими, диаметром всего в десятки метров, приемопередающими устройствами, что обусловлено особенностями лазерного луча, в частности слабой расходимостью пучка. В то же время диапазоны частот, в которых работают мощные лазеры с высоким КПД, не совпадают с теми, где удастся обеспечить эффективное обратное преобразование световой энергии в электрическую; кроме того, лазерное излучение значительно ослабляется облаками и, следовательно, выходная мощность приемных устройств зависит от погоды.

Отметим, что вопрос о том, быть или не быть на орбите Земли космическим электростанциям, остается пока открытым. Задача сложная, прежде всего в экологическом отношении, комплексная, охватывающая и научные, инженерные, экономические, социально-политические аспекты. Ее вряд ли можно решить без широкого международного сотрудничества.

2.3 Энергия океанов и морей

Экологически чистая энергия морей и океанов может быть использована в *волновых электростанциях* (ВолнЭС), *электростанциях морских течений* (ЭСМТ) и *приливных электростанциях* (ПЭС), где происходит преобразование механической формы энергии воды в электрическую. Кроме того, имеются энергоустановки, которые используют наличие температурного перепада (градиента) между верхними и нижними

слоями Мирового океана, - так называемые *гидротермальные электростанции* (ГитЭС), а также разности солености в различных слоях морской воды.

Энергия волн. Так называемая волновая мощность Мирового океана оценивается в 2,7 млрд. кВт, что составляет треть потребляемой в мире энергии. Средняя волна высотой 3 м несет примерно 90 кВт энергии на 1 м² побережья. При определении целесообразности размещения ВолнЭС в том или ином месте исходят из плотности приходящей энергии, т.е. ее значения на единицу длины волнового фронта. Например, на ряде прибрежных участков Японии этот показатель составляет до 40 кВт/ч волнового фронта, в районе Гебридских островов (Великобритания) – 80 кВт/ч.

Принцип работы ВолнЭС состоит в преобразовании потенциальной энергии волн в кинетическую энергию пульсаций и пульсаций далее в однонаправленное усилие, которое впоследствии приводит во вращение вал электродвигателя.

Волновые электростанции могут быть сооружены непосредственно на берегу, в акватории вблизи берега или в открытом море на различном удалении от берега.

Оригинальная плавучая электростанция была разработана в Японии, она начала давать ток в 1978 г. Станция позволяет преобразовывать энергию волн в камерах компрессионного типа в энергию сжатого воздуха. Далее сжатый воздух из соплового аппарата поступает на лопатки турбины, вращающей электрогенератор. Энергоустановка смонтирована на судне водоизмещением 500 т, ее максимальная мощность 2 кВт. Считают, что энергоустановки подобного типа экономически более эффективны, чем другие для мелких населенных пунктов на побережье океана, где дополнительные транспортные расходы существенно увеличивают стоимость привозного органического топлива.

Главным преимуществом ВолнЭС является высокий уровень экологичности. Тем не менее волновой энергетике присущ ряд недостатков: сравнительно низкая концентрация энергии, широкий спектр волновых колебаний, относительное непостоянство в пространстве и времени.

Энергия течений. Создание гидроэлектростанций, использующих энергию океанических течений (особенно таких, как Гольфстрим и Куроисио),

признается одним из перспективных направлений развития океанской (морской) энергетики. Основным элементом таких гидроэлектростанций являются преобразователи, которые подразделяют на водяные и объемные насосы. К *водяным насосам* относят обычное лопастное колесо и различные его модификации (например, ленточное колесо с жесткими лопастями или устройства типа парашютов, автоматически раскрывающиеся при движении по потоку). *Объемные насосы* – это преобразователи типа сопла Вентури, у которого критическое сечение и срез расширяющейся части сопла соединены с атмосферой трубками. Жидкость в критическом сечении сопла движется со скоростью, большей скорости входящего потока. В результате создается пониженное давление, и воздух засасывается из атмосферы. После выхода из расширяющейся части сопла сжатый воздух поступает в напорную трубу, в которой расположена пневмотурбина.

В США разработан проект установки в районах относительно сильных течений турбины с диаметром рабочего колеса 170 м и длиной ротора 80 м. Последний должен быть изготовлен из алюминиевого сплава с предполагаемым сроком эксплуатации не менее 30 лет. Потоки воды течения вращают лопасти турбины, а через систему мультипликаторов, повышающих число оборотов, вращают и находящийся на ее валу электрогенератор. Указывается, что наибольшую проблему представит передача производимой электроэнергии по подводному кабелю на берег. Турбину намечается устанавливать в районах течений на якорю и поднимать на поверхность с глубины рабочего положения только для профилактического осмотра. Стоимость производимой электроэнергии на подобной электростанции ожидается в 1,8 раза ниже, чем на тепловых станциях, и в 1,4 раза ниже, чем на атомных.

Энергия приливов и отливов. Известно, что уровень Мирового океана периодически колеблется: происходят прилив и отлив. Чередование приливов и отливов происходит ежедневно через 6 ч 12 мин. Причиной указанного колебания является так называемая приливообразующая сила, которая возникает при гравитационном взаимодействии Земли с Луной и Солнцем.

Волна океанского прилива каждые 12 ч 25 мин поднимает уровень моря на Беломорском и Охотском побережье на 9 – 13 м. Прилив обладает огромной энергией, лишь в Европейской части России от прилива может

быть получено до 40 млрд. кВт·ч электроэнергии в год. Важно подчеркнуть, что, в отличие от энергии рек, среднемесячная величина приливной энергии остается неизменной в любой период года и не зависит от его водности.

Впервые идея использования энергии приливов и отливов была реализована во Франции в эстуарии реки Ране: в 1967 г. там дала ток первая в мире ПЭС (рис. 2.10).

Вода, проходя во время прилива через отверстия в плотине, приводит турбины в движение, генерируя электроэнергию. При отливе наклон лопастей меняется на противоположный, и генераторы продолжают работать без остановки.

Годом позже в СССР была пушена Кислогубская ПЭС, несколько отличающаяся от французской. Она была построена в устье реки Ура в 60 км западнее Мурманска, где высота прилива составляет 1,1 – 3,9 м.

Строительство Кислогубской ПЭС велось наплавным способом: станция была сооружена в одном месте, а затем по морю отбуксирована за 100 км в Кислую губу и погружена на подводное основание. Такой способ, получивший название “российского”, считается в настоящее время наиболее целесообразным для морского строительства ПЭС.

После Кислогубской ПЭС (это единственная станция в России мощностью 400 кВт) построены самая большая в мире ПЭС в Аннаполисе (Канада) – 20 тыс. кВт и семь ПЭС в Китае суммарной мощностью 20 тыс. кВт.

Выработка электроэнергии на таких установках рентабельна при амплитуде колебаний уровня воды не менее 6 м. На Земле есть 15 мест, где амплитуда приливов и отливов достигает такой величины.

В России продолжают работы по созданию мощных ПЭС. Так, выполнен проект Тугурской ПЭС на Охотском море, ее мощность (6,8 млн. кВт) вдвое выше Братской ГЭС, а длина плотины достигает 18 км.

Заканчивается проектирование Мезенской ПЭС на Белом море. Предполагается, что в Мезенском заливе будет отсечен от Белого моря огромный бассейн плотиной протяженностью 90 км; в ней будут размещены 800 капсульных гидроагрегатов общей мощностью 15 млн. кВт. Энергию ПЭС (около 50 млрд. кВт·ч) можно будет направлять в объединенные энергосистемы центра и севера-запада страны.

ПЭС повсеместно признаются одним из самых перспективных направлений энергетики. Они работают на возобновляемой энергии, не загрязняют воздух, не затопляют земель, не представляют потенциальной опасности для жителей близлежащих населенных пунктов, надежны в эксплуатации и значительно дешевле прочих источников энергии. Более того, сообщается, что ПЭС “Ране” (Франция) облагородила природу бассейна реки и даже улучшила в итоге биогенные факторы водной среды, способствовала тем самым развитию ценных популяций ихтиофауны.

Использование разности температур различных слоев морской воды.
Установлено, что средняя разность температур в Мировом океане на поверхности и на глубине 400 м составляет 12 °С.

С целью преобразования энергии, обусловленной перепадом температур, используют системы, построенные: 1) по открытому принципу и одноконтурной схеме, когда в качестве рабочего тела применяется морская вода; 2) по закрытому принципу и двухконтурной схеме, когда применяется промежуточное рабочее тело (фреоны, аммиак, пропан и т.п.).

Принцип действия энергоустановок, использующих второй принцип (закрытый), состоит в следующем. Низкокипящее рабочее тело (например, широко применяемые в холодильной технике теплоносители группы фреонов или аммиак) испаряется в теплообменнике – испарителе за счет подвода теплоты от верхних теплых слоев океана. Пары при повышенных температуре и давлении поступают в турбину, где тепловая энергия теплоносителя преобразуется в механическую энергию вращения турбины. На одном валу с турбиной находится электрогенератор. Из турбины пары рабочего тела поступают в конденсатор, где они переводятся в жидкое состояние в процессе охлаждения водой, подаваемой из нижних холодных слоев океана. Далее рабочее тело подается в насос, откуда после повышения давления оно снова поступает в теплообменник – испаритель. Тем самым

замыкается термодинамический цикл преобразования тепловой энергии в электрическую.

Большой интерес представляют установки с открытым контуром, не требующие использования низкокипящих жидкостей. К ним относятся, например, такие, которые способны одновременно с электроэнергией давать пресную воду. В качестве энергоисточника для привода установки используется разность температур вод океана. Вместо аммиака в схеме с открытым контуром используется морская вода. Вода закипает при пониженных температурах и уменьшении атмосферного давления. При частичном вакууме (давление снижается в 15 раз по сравнению с давлением на уровне моря) вода при температуре 27 °С закипает, образуя пар для вращения турбины. Затем, когда пар сконденсируется с помощью охлаждения морской водой с глубины, на установке получают пресную воду. На рис. 2.11 показана схема энергоустановки – опреснителя.

Открытый цикл устраняет все проблемы, касающиеся обращения с аммиаком, фреоном и т. п. Пресная вода вырабатывается в качестве побочной продукции

К основным недостаткам указанных установок относится нарушение теплового равновесия из-за перемешивания теплых поверхностных и холодных глубинных вод, при котором возможны отрицательные последствия для теплолюбивой фауны при изменении абсолютной температуры. Кроме того, содержание диоксида углерода в глубинных водах океана больше, чем в поверхностных, в результате чего он может выделяться в атмосферу и влиять на климатическую обстановку в данном регионе.

2.4 Геотермальная энергетика

Согласно расчетам, на глубине до 5 км количество сосредоточенной теплоты многократно превышает энергию, заключенную во всех видах ископаемых энергоресурсов.

Источники геотермальной энергии могут быть двух типов. Первый – пароводяные, в которых под землей сосредоточены запасы горячей воды или пара. Они характерны для районов с активной вулканической деятельностью, например, для Камчатки, Исландии, Японии. Например, на Камчатке, в Исландии горячие воды изливаются на поверхность в виде гейзеров. Второй тип геотермальных ресурсов связан с теплом глубинных сухих пород.

В настоящее время во многих странах мира (США, Россия, Исландия и др.) для выработки электроэнергии и отопления зданий, подогрева теплиц и парников используется тепло горячих источников. Теплоснабжение столицы Исландии Рейкьявика начиная с 1930 г. в основном осуществляется на основе геотермального тепла. Важно подчеркнуть при этом, что геотермальные электростанции (ГеоТЭС) по компоновке, оборудованию, эксплуатации мало отличаются от традиционных теплоэлектростанций (рис 2.12).

Различают гео-термальные источники с естественными и искусственными теплоносителями. В первом случае в качестве рабочего тела в энергетических установках используют сами термаль-ные воды или пароводяные смеси естественного проис-хождения. На Камчатке, у реки Паужетки, на базе горячих подземных источников построена в 1967 г. и до сих пор эксплуатируется геотермальная электростанция мощностью 5 МВт. Аналогичные ГеоТЭС эксплуатируются в Италии и Японии, Исландии и Мексике, США и Новой Зеландии. На начало XXI в. суммарная мощность всех ГеоТЭС мира составила 17,6 млн. кВт.

В основном используют термальные воды неглубокого залегания с температурой 50 – 100 °С. Так, скважина с суточным дебетом 1500 м³ термальной воды (60°С) обеспечивает нужды в горячей воде поселка с населением 14 тыс. жителей.

В искусственных геотермальных источниках в качестве рабочего тела применяют жидкость или газ, которые по пробуренным скважинам циркулируют в толще горных пород, имеющих высокие температуры.

Например, в США проводятся эксперименты по закачке холодной воды в скважины, пробуренные до глубины 4 км в зону горячих, но трещиноватых и потому безводных пород (рис. 2.13). Примерно 3/5 закачиваемой воды через другие скважины поступает на поверхность, но уже в виде горячего пара.

Этот пар может не только вырабатывать электроэнергию, приводя в движение турбины, но и использоваться для центрального отопления. Подобные эксперименты проводятся и в других странах, в том числе и в России.

Аналогичные эксперименты были проведены в районе Нижнего Рейна (Германия). Пробурив 2 скважины глубиной 3,5 км, соединенные между собой трещинами в подземном граните, исследователи стали закачивать в одну из них воду под большим давлением. Из другой воду откачивали, ее температура достигала 135 °С.

К сожалению, технические сложности глубокого (более 3 ÷ 4 км) бурения и последующего дробления горячей сухой породы трудно преодолимы.

Весьма перспективными представляются районы проявления вулканической деятельности. Вулканы, как известно, являются крупнейшими источниками горячей воды и пара не только в период извержения, но и во время спокойной деятельности. Так, в Японии разработан проект строительства на острове Иводзима ГеоТЭС, которая использует тепло действующего вулкана. Тепловая энергия вулканических источников ныне используется в 62 странах, суммарная мощность станций составляет более 19 тыс. МВт.

Новым шагом в эффективном использовании глубинного тепла Земли станет в обозримом будущем создание сети сверхглубоких скважин с помещенными в них так называемыми "термобатареями". Подобная сеть способна обеспечить практически неограниченное количество экологически чистой энергии, порожденной только внутренним теплом Земли и не поставляющей загрязнения на ее поверхность. Такая ГеоТЭС может функционировать десятки и даже сотни лет, используя практически неисчерпаемые (с позиции человеческого срока жизни) энергетические ресурсы.

В настоящее время признается, что геотермальная энергия, получаемая за счет использования природного тепла земных недр, является наиболее перспективной и экологически безопасной среди возобновляемых энергетических источников. За последние пять лет рост использования геотермальной энергии для производства электричества и прямого теплового

потребления составил 4 % в год.

Для нашей страны геотермальная энергетика весьма привлекательна. Большими геотермальными ресурсами обладают Камчатка, Чукотка, Курилы, Приморский край, Западная Сибирь, Северный Кавказ, Краснодарский и Ставропольский края, Калининградская область. По данным Института вулканологии Дальневосточного отделения РАН, геотермальные ресурсы одной только Камчатки оцениваются в 5 тыс. МВт, что позволяет полностью обеспечить Камчатку электричеством и теплом более чем на 100 лет.

Курильские острова имеют свои богатые запасы тепла Земли, которых достаточно для тепло- и электрообеспечения их на 100 – 200 лет. На острове Итуруп уже обнаружены запасы двухфазного геотермального теплоносителя, достаточного для удовлетворения энергопотребностей острова на ближайшие 100 лет. Здесь на Океанском геотермальном поле уже пробурен ряд скважин и строится ГеоЭС. На южном острове Кунашир имеются и уже используются запасы геотермального сырья для получения электроэнергии и теплоснабжения города Южно-Курильска.

На Камчатке в 1999 г. пущена в эксплуатацию Верхне-Мутновская ГеоЭС мощностью 12 МВт. Всего на Камчатке в настоящее время работают три геотермальные станции – Паужетская, Верхне-Мутновская и Мутновская (первый блок пущен в эксплуатацию в 2001 г., второй – в 2002 г.). Суммарная мощность этих ГеоЭС достигает 70 МВт, что способно обеспечить 25 % потребностей региона в электроэнергии, ослабить зависимость от поставок дорогостоящего мазута. Кстати, себестоимость электроэнергии на Мутновской ГеоЭС в два раза ниже, чем на ТЭЦ, работающей на мазуте.

В то же время следует отметить, что геотермальная энергия в основном низкопотенциальна, т.е. температура воды или пара, выходящих из скважины, невысока. Это, в свою очередь, существенно сказывается на эффективности последующего применения такой энергии. Для производства электроэнергии, например, экономически целесообразна температура теплоносителя не ниже 150 °С, в этом случае он направляется непосредственно на турбину.

2.5 Ветроэнергетика

Причина активных процессов перемещения воздушных масс заключается в различии плотностей нагретого и холодного воздуха. Поэтому первоначальным источником энергии ветра является энергия солнечного излучения, которая переходит в одну из своих форм – энергию воздушных потоков.

Запасы энергии ветра на Земле чрезвычайно велики: по некоторым оценкам они превышают 80 трлн. кВт·ч, что существенно больше современного потребления энергии человечеством. При этом над территорией России сосредоточена значительная часть мировых ветровых ресурсов.

Ветряные мельницы когда-то были привычным элементом пейзажа в любой стране. Так, в России в XIX веке функционировало почти 250 тыс. мельниц с суммарной мощностью около 1,5 млн. кВт. Однако они были вытеснены энергетическими установками, работающими на ископаемом топливе.

Интерес к использованию ветра для получения электроэнергии оживился в последние годы. Было установлено, что в районах с интенсивным движением воздуха ветроустановки вполне могут обеспечивать энергией местные потребности. Первая в мире ветровая электростанция (ВЭС) с диаметром рабочего колеса 30 м и мощностью 100 кВт была построена в СССР в 1931 г. Значительные успехи в создании ВЭС были достигнуты за рубежом, особенно в США. Еще в 1941 г. там была построена ВЭС мощностью 1250 кВт, впоследствии были построены и весьма крупные – с мощностью до 4 тыс. кВт.

Современная ветроэнергетика – преобразование энергии ветра во вращательное движение лопастного колеса, в колебания, которые воспринимаются пьезоэлектрическими преобразователями, или в поступательное движение объекта с помощью ветродвигателей (парусов, роторов). КПД ветроустановок достигает относительно больших значений: 20 – 50 %.

На рис. 2.14 представлен вид одной из ветротурбин, установленной в США. Размах ее лопастей более 90 м, высота башни – 60 м, мощность – 2,5 МВт (при скорости ветра более 25 м/с), что достаточно для энергоснабжения

около 2,5 тыс. жилых домов.

Многие специалисты считают, что такие крупные ветротурбины малоперспективны, так как большие нагрузки на их лопасти приводят к частым поломкам.

Признано более эффективным использование комплексов небольших по размеру ветротурбин с размахом лопастей примерно 17 м и мощностью порядка 0,1 МВт (рис. 2.15). От 50 до несколько тысяч таких установок объединяют в т.н. ветростанцию. В Калифорнии еще в 1987 г. работало в общей сложности около 17 тыс. ветротурбин суммарной мощностью примерно 1500 МВт, т.е. они заменяли 1,5 АЭС.

Весьма важно, что стоимость этих установок всего 1,25 долл. в пересчете на 1 Вт мощности, в то время как для угольной ТЭС и АЭС расходы составляют 3 и 5 долл. Соответственно.

Поскольку скорость ветра есть случайная функция времени, разработаны мероприятия по повышению устойчивости ВЭС, в частности путем ее сочетания с дизель-генератором. В Целиноградской области была построена ВЭС рабочей мощностью 400 кВт, состоящая из 12 агрегатов по 42 кВт. На случай безветрия в систему входил также резервный блок из двух дизель-генераторов мощностью по 200 кВт. За время эксплуатации такая комплексная электростанция выработала 12 млн. кВт·ч, при этом на долю ВЭС пришлось 55 %, а на дизель-генераторы – 45 %. Средняя скорость ветра в этом районе составляла 5 м/с

По генерируемой мощности ВЭС подразделяют на три класса: 1) до 5 кВт, их применяют в качестве авто-номных источников питания насосов, для отопления помещений и т.п.; 2) от 5 до 100 кВт, их размещают в районах с децентрализованной системой электроснабжения, и они предназначены для привода различных устройств, в том числе и электрогенераторов; 3) свыше 100 кВт, предназначены для параллельной работы с неветровыми электростанциями равной или большей мощности.

Хотя ВЭС принято считать экологически безопасными, это не так, их эксплуатация выявила ряд отрицательных факторов. Во-первых, это шум. На уровне оси ветроколеса в непосредственной близости от ВЭС мощностью 850 кВт уровень шума составляет 104 дБ, на расстоянии 300 м шум снижается до 42 – 45 дБ.

Помимо шума, воспринимаемого человеческим ухом, вокруг ВЭС возникает опасный инфразвук частотой 6 – 7 Гц, вызывающий вибрацию. От него дребезжат стекла в окнах и посуда на полках. Инфразвук вызывает у людей угнетенное состояние, чувство беспокойства и дискомфорта, оказывает негативное воздействие на наземных животных и птиц. Во-вторых, в случае широкомасштабного применения ВЭС отчасти нарушается тепловой баланс в районах их размещения из-за изменения условий переноса тепла вдоль земной поверхности. В конечном итоге может произойти изменение розы ветров в расположенных рядом промышленных районах, что усилит загрязнение воздушного бассейна. В третьих, вследствие отражения радиоволн УКВ- и СВЧ-диапазона от движущихся лопастей ВЭС нарушается нормальная работа навигационной аппаратуры авиалайнеров и ухудшается прием телевизионных передач.

Для устранения указанных недостатков были предложены два выхода: 1) прямое преобразование (без ветряка) энергии ветра в электрическую и 2) вынос ВЭС в море, открытый океан.

Исследования показали, что скорости ветра увеличиваются по мере удаления от береговой линии. Так, на расстоянии 40 км от берегов скорость возрастает на 20 – 25 %, что позволяет получить от нее в 2 раза больше энергии при тех же параметрах ВЭС.

В Швеции строится ВЭС мощностью 200 кВт на расстоянии 250 м от берега, которая будет передавать энергию по подводному кабелю. В этой стране разработан проект, предусматривающий установку 300 ветряков в течение 20 лет, что в перспективе должно обеспечить производство 2 % электроэнергии от уровня современного потребления. Размеры ветроустановок поражают: на их башнях высотой 90 м будут вращаться двухлопастные пропеллеры с размахом лопастей 80 м. В то же время экологичность проекта вызывает определенные сомнения: возможны помехи рыболовству, судоходству, отрицательные последствия на развитие гидробионтов.

На Западе проблемы, связанные с работой ветроэлектростанций, успешно решены еще в середине 1990-х годов. Выпуск лопастей для ветроагрегатов освоили лидер аэрокосмической отрасли – концерн НАСА и один из ведущих производителей самолетов – фирма «Боинг».

Конструкторам удалось снизить уровень шума и вибраций подбором скорости вращения ветроколес и совершенствованием профилей лопастей. Чтобы птицы не попадали под вращающиеся лопасти, ветроколеса стали ограждать сетчатым кожухом. За состоянием ВЭС и режимами их работы следит бортовой компьютер, куда по модемным каналам поступает текущая информация.

Ведущие европейские компании серийно выпускают ветродвигатели мощностью 660, 850, 1800 и 2000 кВт, предназначенные для работы на энергосеть. Только датская фирма «Vestas Danish Wind Technology» с начала 1980-х годов установила порядка 11 тыс. ВЭС (ветровые электростанции) по всему миру. Несколько лет назад появились ветроустановки мегаваттной мощности с размахом лопастей 90 м и более. По прогнозам фирмы «Боинг», в наступившем десятилетии будут созданы ветроагрегаты мощностью 7 МВт. К 2010 г. США планируют довести мощность ветроустановок до 80 тыс. МВт (около 5 % общей мощности), а в Дании за счет нетрадиционных возобновляемых источников, в том числе, ветроэнергетики, намереваются получить до 20 % энергии. Себестоимость энергии составляет 3,5 – 3,8 цента за 1 кВт·ч.

Россия обладает огромным ветроэнергетическим потенциалом, оцениваемым в 40 млрд. кВт·ч электроэнергии в год, поэтому большие и малые ВЭС могли бы работать на огромном пространстве страны вполне эффективно. Такие районы, как Обская губа, Кольский полуостров, большая часть прибрежной полосы Дальнего Востока относятся к самым ветреным зонам. Среднегодовая скорость ветра на высоте 50 – 80 м, где располагаются ветроагрегаты современных ВЭС, составляет 11 – 12 м/с. Существуют также аномальные локальные зоны, в которых ветер значительно сильнее. На островах близ Владивостока среднегодовая скорость ветра на высоте 150 м (50-метровая ВЭС на холме высотой 100 м) не бывает ниже 11 м/с (для континентальной Европы параметр недостижимый). Согласно расчетам, ВЭС, построенные в Приморье, могут окупиться за 5 – 7 лет; системы “ветродизель” – за 2 года.

Сообщается, что в стране строится несколько ветроэнергетических комплексов. В конце 2002 г. начала работать сеть малых ВЭС в Башкортостане (мощность 2,2 МВт).

Согласно Ю.В. Новикову (2006 г.), общая установленная мощность всех российских ВЭС едва превышает 8 МВт – в 1000 раз меньше, чем в небольшой по площади Германии. А между тем ветродвигатели представляют большой практический интерес для фермерских хозяйств, сельских домов и т.п. (рис. 2.16).

2.6 Биоэнергетика

Биоэнергетика основана на получении биомассы, которая используется в качестве топлива непосредственно или после соответствующей переработки. При этом выделяют три направления получения тепловой энергии: 1) непосредственное сжигание биомассы (например, дров); 2) брожение биомассы, при котором выделяется теплота; 3) использование таких энергоносителей, как биогаз или спирты, которые извлекаются в процессе переработки биомассы.

Первое направление используется человеком более ста тысяч лет. И ныне во многих странах с населением около 2,5 млрд. человек ежедневно пользуются дровами для отопления, освещения и приготовления пищи. Даже в столь развитой стране, как США, сейчас сжигается больше древесины, нежели ее идет на строительство и на производство бумаги: около 5 млн. домов отапливаются дровами, и еще 20 млн. отчасти.

В настоящее время источником древесного топлива служит не только дикорастущий лес, но и специальные плантации быстрорастущих видов деревьев, например, тополя, ивы, ольхи, осины. Так, в Швеции, которая отказалась от развития атомной энергетики, в ближайшие годы планируется ежегодно засаживать не менее 10 тыс. га так называемого энергетического леса. Во избежание недостатков, присущих древесному топливу (относительно большой объем, большой процент влаги), проводят брикетирование и подсушивание.

Второе направление состоит в использовании теплоты, которая выделяется при брожении органических отходов (навоза, помета, опилок и т.п.); ее можно применить для обогрева парников, теплиц и других объектов.

Третье направление – извлечение из биомассы (отходов растениеводства и животноводства) таких энергоносителей, как биогаз или спирты.

Еще недавно считалось, что горючее из навоза и других отходов не может конкурировать с природным газом и нефтепродуктами. Но в последние годы эту точку зрения начали пересматривать, причем не столько с энерго-экономических, сколько с экологических позиций.

Тысячи крупных животноводческих комплексов и птицефабрик построены по всему миру, сотни их размещены и в нашей стране. Их функционирование сопровождается образованием огромных количеств навоза и растительных остатков. Так, на свиноводческом комплексе, где содержится 108 тыс. свиней, ежегодно образуется более 1 млн. м³ жижи, что соответствует объему стоков города с населением 250 тыс. человек. Поскольку комплексы размещали подчас недалеко от городов, это усугубляло их отрицательное воздействие.

Для переработки стоков животноводческих комплексов часто применяют так называемое *анаэробное сбраживание*, в результате которого резко ускоряется природный процесс выделения горючего метана CH₄ (биогаза). Из 1 т органического сухого вещества навоза и помета получают 450 – 660 м³ биогаза, который по своей теплотворной способности соответствует 320 – 430 кг условного топлива (Д.П. Никитин, Ю.В. Новиков, 1986 г.). Кроме того, в России ежегодно остаются неиспользованными миллионы тонн соломы, каждая тонна которой при метановом брожении дает 350 – 500 м³ биогаза, а 1 м³ последнего эквивалентен почти 1 л жидкого топлива. Между тем солому и другие растительные остатки до сих пор предпочитают сжигать, не заботясь об экологических последствиях. Подсчитано, что отходы сельскохозяйственного производства во всем мире составляют более 4 млрд. т. Их переработка в метан может удовлетворить не менее 10 % современных мировых энергетических потребностей.

Биологическая переработка органических отходов (*биоконверсия*) промышленности, сельского и жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) – сложный микробиологический процесс. Для функционирования бактерий их необходимо обеспечивать питательными веществами (азотом, фосфором, серой, различными микроэлементами). Биогаз, получаемый при

био конверсии отходов, содержит от 55 до 70 % метана CH_4 , остальное – оксид углерода (IV). Присутствие CO_2 снижает теплоту сгорания биогаза и увеличивает объем газа, подлежащего обработке и хранению. Биогаз рассматривают как локальное топливо, достаточно эффективно используемое на месте его производства.

На рис. 2.17 показана схема биоэнергетической установки. Органические отходы из источника 1 поступают в приемный резервуар 2. Сюда же подаются горячая вода для разбавления отходов до оптимальной концентрации и отходы полеводства для создания нужного соотношения C/N. Из приемного резервуара нагретый субстрат поступает непосредственно в метантенк 4 или в подогреватель 3, где предварительно нагревается до требуемой температуры. В метантенке образуется биогаз; остаток (шлам) извлекается из метантенка и насосом 9 направляется в хранилище остатка. Биогаз после устройства очистки 6 сжимается компрессором 7 и поступает в газгольдер 8. Часть биогаза сжигается в котельной 5 с целью выработки тепла для подогрева субстрата. Поскольку выходящий из метантенка остаток имеет температуру до 50 – 55 °С, целесообразно использовать его остаточное тепло для предварительного подогрева субстрата и питательной среды в соответствующих теплообменниках 2 и 10.

Второй продукт био конверсии – остаток (шлам) – обеззараженное высокоэффективное удобрение: 1 т сухого остатка (по содержанию питательных веществ) эквивалентен 3 – 4 т нитрофоски. Органические удобрения, получаемые в результате анаэробной ферментации отходов, значительно лучше в агрономическом отношении, нежели полученные обычным методом компостирования.

Широкое внедрение био конверсии органических отходов решает несколько важнейших задач – сохранение ОС, снабжение энергией, а также снижение риска распространения различных эпидемий у животных (при анаэробной ферментации уничтожаются яйца гельминтов, вредная микрофлора и семена сорняков).

По сравнению с энергией малых ГЭС, ветровой и солнечной энергией, где энергетические установки используют экологически чистый энергоресурс, биогазовые установки устраняют экологическую опасность своих первичных источников энергии, получаемых от многих вредных для

ОС производств, выступают как природоохранные сооружения. Такие установки способствуют освобождению (высвобождению) огромных территорий, находящихся под свалками и «полями орошения». Например, поля фильтрации и биологические пруды на сахарных заводах занимают площадь примерно 17 тыс. га) (Ю.В. Новиков, 2006 г.).

На рис. 2.18 показана молочная ферма в Пенсильвании (США), где все энергетические потребности обеспечиваются продуктами переработки коровьего навоза. Последний сбраживается в анаэробных ферментерах, а получаемый биогаз используют как топливо для выработки электричества, которого хватает не только для удовлетворения всех энергетических потребностей фермерского хозяйства, но и на продажу.

Богатый биогенами ил, остающийся после сбраживания, вывозится на поля в качестве органического удобрения. При этом, один Вт «навозной» энергосистемы обходится в 0,8 долл., что гораздо дешевле, чем на угольных ТЭС и АЭС (3 и 5 долл. соответственно).

На уровне мелких хозяйств эта идея нашла широкое применение в Китае, где миллионы крестьян сбраживают в герметично закрытой яме сельскохозяйственные отходы, а образовавшийся биогаз используют как топливо для приготовления пищи.

В США пущена в эксплуатацию коммерческая ТЭЦ (15 МВт), где для получения электроэнергии используется коровий навоз. Топливо для нее (в виде брикетированного навоза) поступает с близлежащих ферм, где насчитывается 250 тыс. голов крупного рогатого скота; потребление навоза составляет 40 т/ч. Использование этого вида источника энергии позволяет ежегодно экономить около 50 тыс. т нефти. Согласно расчетам, если бы все молочные фермы США переняли этот опыт, электричества от использования навоза было бы получено не меньше, чем от крупной АЭС.

В России разработаны, апробированы и внедрены способы извлечения биогаза для выработки тепла во многих регионах страны, причем для изготовления этих установок не требуется больших материальных затрат. В условиях дефицита топлива и высоких цен на энергоносители эти установки позволяют экономить обычное топливо, практически снимают проблемы его транспорта и высвобождают большое количество земель от свалок и навозных потоков.

Во Всероссийском НИИ комплексного машиностроения для животноводства и кормопроизводства разработана биогазовая установка модульного типа, которая предназначена для ферм на 400 коров и 4000 свиней. В ее составе – два горизонтальных реактора-метантенка, каждый емкостью 125 м. Для более крупных ферм реакторов может быть больше.

На птицефабрике «Октябрьская» Глебовского ППО успешно функционирует биоэнергетический комплекс по переработке 10 т помета в сутки с получением биогаза, тепловой и электрической энергии, экологически чистых минеральных удобрений. Биологическая система ВНИИКОМЖ перерабатывает куриный помет 500 м³/сут, включает 2 метантенка объемом 5 тыс.м³, цех разделения сброженного помета и рыбоводно-биологические пруды. Ежегодный выход биогаза составляет 35 млн. м³ и 18 тыс. т концентрированных удобрений.

Для широкого, экологически сбалансированного развития фермерских и пригородных хозяйств в России вопросам использования биогаза должно быть уделено значительно больше внимания, особенно со стороны государства. При этом энергоснабжение от биоэнергетической установки при современных ценах на топливо и электроэнергию и тенденциях их роста особенно эффективно в районах, где у потребителя отсутствует надежный источник электричества.

2.7 Водородная энергетика

Огромный интерес к водороду как к перспективному топливу обусловлен рядом неоспоримых его преимуществ, главные из которых таковы: 1) экологическая безопасность водорода в отличие от других топлив, так как продуктом сгорания его является водяной пар; 2) очень высокое значение теплоты сгорания (вчетверо больше, чем у каменного угля); 3) высокая теплопроводность; 4) низкая вязкость, что очень важно при необходимости его транспортировки по трубопроводам, особенно на большие

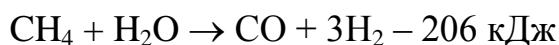
расстояния; 5) практически неограниченные запасы сырья, если в качестве такового рассматривать воду; 6) возможность многостороннего применения водорода: он может быть использован как топливо во многих химических и металлургических процессах, в авиации и автотранспорте, а также в виде добавок к моторным топливам.

Вышеизложенное дало толчок к созданию т.н. *водородной энергетики*, в которой водород используется как носитель энергии. Водородная энергетика включает следующие стадии: получение водорода из различного сырья; хранение его в газообразном и сжиженном состояниях или в виде искусственно полученных химических соединений, например, гидридов (NaH); транспортирование водорода к потребителю.

Получение водорода. Существуют два главных направления производства водорода: традиционное, с помощью обычных процессов реформинга (конверсии природного газа или угля) и получение водорода из воды, с помощью электролиза.

В настоящее время наибольшее количество водорода получают паровой конверсией природного газа. Указанный процесс включает следующие стадии:

1. Каталитическая конверсия метана с водяным паром:



Реакция осуществляется в присутствии Ni - катализатора при 750 – 870 °С.

2. Конверсия CO с водяным паром:

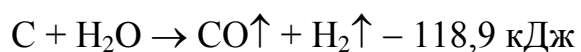


Процесс проводят при 370 – 440 °С в присутствии железохромоксидного катализатора (первая ступень) и при 230 – 260 °С в присутствии цинкхром-медного катализатора (вторая ступень).

3. Выделение водорода из газовой смеси.

Процесс проводят путем последовательной очистки газовой смеси от CO₂ и остатков непрореагировавших CO, CH₄ и H₂O.

Получение водорода из твердых горючих ископаемых (например, угля) включает переработку последних с водяным паром и воздухом или кислородом (газификацию):



При этом образуется водяной газ, который содержит до 40 % CO и 50 % H₂, а также CO₂, CH₄, N₂ и примеси сернистых соединений. В дальнейшем газы очищают от нежелательных компонентов, прежде всего негорючих примесей.

Электролизом воды можно получать водород совместно с кислородом. При этом электролитом служит водный раствор KOH (350 – 400 г/л); давление в электролизерах варьируют от атмосферного до 4 МПа (40 атм), расход электроэнергии составляет 5,1 – 5,6 кВт·ч на 1 м³ водорода (теоретический расход при 25 °С 2,94 кВт·ч).

Описанные традиционные методы получения водорода недостаточно экономичны, если речь идет о широкомасштабном его производстве в перспективе, исчисляемом миллиардами тонн (ныне мировое производство водорода на уровне ста млн. т). Это связано, прежде всего, с чрезмерными затратами энергии. Поэтому для нужд водородной энергетики предлагается как усовершенствовать традиционные методы, так и разработать новые, причем с использованием преимущественно ядерной и солнечной энергии.

Возможное усовершенствование основного традиционного метода получения водорода – каталитической конверсии природного газа – заключается в том, что процесс проводят в кипящем слое катализатора (газ проходит снизу вверх, взрыхляя последний), а необходимое тепло подводят с высокотемпературного ядерного реактора. При этом возможно снизить затраты на производство водорода на 20 – 25 %.

Другой вариант получения водорода – водно-щелочной электролиз под давлением с использованием относительно дешевой разгрузочной электроэнергии, вырабатываемой в ночное время АЭС. При этом расход электроэнергии на получение 1 м³ водорода составляет 4,3 – 4,7 кВт·ч, т.е. на 15 – 20 % меньше, чем по обычному способу.

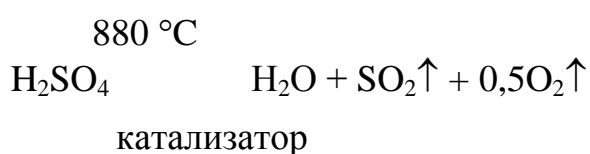
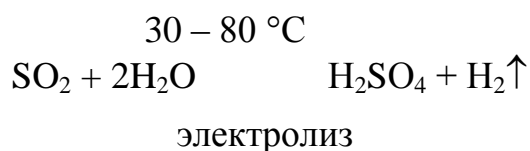
Рассмотрим некоторые из недавно предложенных, т.н. нетрадиционных методов получения водорода.

Установлена возможность электролиза воды с использованием в качестве электролита расплава щелочи, твердого полимера (ТП-электролиз),

керамики на основе ZrO_2 (высокотемпературный электролиз); процесс требует затрат электроэнергии на 30 – 40 % меньше, нежели традиционный способ. Укажем, что в случае использования расплава щелочи концентрация воды в электролите составляет всего лишь 0,5 – 2,0 % по массе. Наиболее перспективным считается высокотемпературный электролиз с использованием тепла от АЭС. Электролитом здесь служит керамика из ZrO_2 с добавлением некоторых оксидов металлов (CaO , Sc_2O_3); температура процесса 800 – 1000 °С, достижимый уровень расхода электроэнергии на получение 1 м³ водорода снижается до 2,5 кВт·ч.

В последние годы интенсивно разрабатываются плазмохимические технологии получения водорода, связанные с использованием низкотемпературной (10^3 – 10^5 К) плазмы. Из них наиболее перспективен двухстадийный углекислотный цикл, включающий: 1) диссоциацию ($2CO_2 \rightarrow 2CO + O_2$), осуществляемую в плазмотроне – устройстве для создания плазмы при помощи электрической дуги; 2) конверсию CO с водяным паром ($CO + H_2O \rightarrow H_2 + CO_2$), после чего образовавшийся диоксид углерода возвращается в плазмотрон для нового цикла.

Имеют перспективу и термохимические циклы получения водорода из воды. Известно, что степень термической диссоциации воды при 2483 °С составляет 11,1 %. Указанные термохимические циклы представляют собой совокупность последовательных химических реакций, приводящих к разложению воды при более низкой температуре, чем та, которая требуется для термической диссоциации. В этих циклах все компоненты системы, кроме водородсодержащего сырья (воды), регенерируются. Ниже, в качестве примера, приводятся реакции, лежащие в основе сернокислотного термохимического цикла:

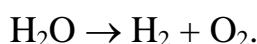


Изучается также радиолиз воды и водных растворов H_2SO_4 , HCl , HBr , H_2S , AgCl и др. под действием ядерного излучения (жесткого, γ - и нейтронного). Наиболее мощные источники такого излучения – ядерные реакторы.

Среди других исследуемых в последнее время методов получения водорода из воды следует отметить фотоэлектролиз и биофотолиз.

Фотоэлектролиз – метод получения водорода и кислорода из воды при помощи солнечной энергии. Как известно, КПД электролиза воды составляет около 20 %; следовательно, чтобы начать широко использовать водород как топливо, необходимо найти неисчерпаемый и не загрязняющий среду обитания источник энергии для его производства. Солнечное излучение хорошо подходит на эту роль.

Установлено, что одной из первых стадий фотосинтеза является диссоциация воды на кислород и водород



В лабораторных условиях удалось воспроизвести эту стадию искусственно (рис. 2.19). Этот процесс осуществлен с КПД около 4 %; он будет представлять практический интерес, если удастся довести КПД до 10 – 12 %.

Биофотолиз воды основан на том, что определенные микроорганизмы, например, хлорелла, использующие солнечную энергию для своей жизнедеятельности, способны разлагать воду с образованием водорода. При этом КПД трансформации солнечной энергии такими микроорганизмами составляет около 8 %.

Пока стоимость 1 кВт установленной мощности в водородной энергетике составляет 4 – 5 тыс. долларов. Это в 10 раз дороже, чем на тепловых станциях, и в 5 раз дороже, чем на АЭС. Впрочем, водородная энергетика уже становится реальностью в космосе – на американских «Шаттлах», на российских «Буранах». При этом параметры отечественных установок не уступают американским.

Хранение и транспортирование водорода. Газообразный водород хранят в специальных емкостях – газгольдерах, а также сосудах высокого

давления – баллонах. Разработаны проекты подземного хранения больших количеств водорода в выработанных месторождениях нефти и газа, горных выработках, искусственных соляных кавернах. Жидкий водород хранят и транспортируют в специальных герметических резервуарах с эффективной тепловой изоляцией. При этом емкость стационарных хранилищ достигает 3000 м³ и более, железнодорожных цистерн – 100 – 125 м³, автомобильных 25 – 75 м³. Наконец, проводятся исследования в области получения и хранения водорода в твердом и шугообразном (до 50 % твердой фазы) состояниях.

Для хранения и транспортировки водорода перспективно использование твердых соединений – гидридов металлов. Среди последних представляют интерес ионные, к которым относят гидриды щелочных и щелочноземельных металлов (кроме Mg). Гидрид лития LiH, например, может быть получен взаимодействием водорода с расплавом лития под давлением:



1 г гидрида лития может выделить при нагревании около 1,6 л H₂, поэтому гидриды щелочных металлов рассматриваются одновременно как перспективное ракетное топливо.

Особенно интересны металлоподобные гидриды и гидриды интерметаллических соединений, многие из которых могут быть получены взаимодействием металла с водородом при обычной или относительно небольшой температуре (табл. 2.1).

Из гидридов интерметаллов наиболее перспективны соединения на основе Ti, Fe, Mg, Ni, La: TiFeH₂, Mg₂NiH₂, LaNi₅H₆. Они содержат до 400 см³ H₂ на 1 г гидрида, выделяют водород при сравнительно низких температурах (150 – 200 °С) и относительно дешево.

Гидриды некоторых металлов, прежде всего интерметаллов, могут быть использованы и на автотранспорте. Бак с гидридным "топливом" устанавливается на автомобиле и обогревается горячими выхлопными газами. В результате гидрид разлагается с образованием водорода, который далее подается в камеру сгорания двигателя как добавка к бензину.

Ожидается, что основным устройством для использования водорода будут топливные элементы, в которых происходит процесс, обратный электролизу. Преобразование тепла в работу в этих элементах не происходит:

энергия топлива (водорода) превращается в электроэнергию, минуя идущие с большими потерями процессы горения. Ячейка водородного топливного элемента состоит из пористых анода и катода, разделенных полимерной мембраной, в которой содержатся платиновые (в основном палладий) металлы.

Таблица 2.1 - Свойства некоторых гидридов

Соединение	Плотность, г/см ³	Содержание водорода, % (масс.)	Температура разложения, °С
MgH ₂	1,42	7,6	250 – 300
TiH ₂	3,78	4,0	600 – 700
ZrH ₂	5,62	2,1	850
LaH _{2,9}	5,26	2,1	600 – 800
CeH _{2,9}	5,5	2,0	600 – 800

Топливные элементы экологически чисты, их КПД вместе с тепловыми насосами превышает 80 %.

Большие энергетические компании мира уже выделяют средства для разработки топливных элементов, систем получения водорода с целью создания микроэлектростанций для индивидуальных потребителей электроэнергии. Среди них и ОАО “Металлургическая компания “Норильский никель”.

В мире много компаний, и крупных и мелких, которые работают в области водородной энергетики, создают автомобили, мини-электростанции, компактные системы для питания телефонов, компьютеров и других бытовых приборов. При этом специалисты считают очень выгодным создать целую серию энергетических установок мощностью от 1 до 30 – 40 кВт, что обеспечит и энергетику индивидуальных объектов (например, жилых домов), и автомобилей, и бытовых приборов.

Во всем мире развитые страны объявили о резком расширении работ в области водородной энергетики. В Америке это объявлено национальным направлением. Президент США поставил цель: к 2020 г. перевести все автомобили на новые экологически приемлемые двигатели. Из бюджета

выделяется на эти цели около 3 млрд. долл., предполагается, что почти 1 трлн. долл. вложат частные инвесторы.

В странах Евросоюза разработана программа, которая предусматривает десятилетний период развития исследований, связанных с производством и использованием водорода, причем полный объем финансирования этой деятельности из частных и общественных источников запланирован на уровне почти 3 млрд. евро. Более того, Евросоюз и США объявили о глобальном сотрудничестве в области водородной энергетики.

В России отдают отчет о перспективности водородной энергетики. Ведь если будет освоено экономически приемлемое производство водорода в промышленных масштабах, Россия лишится тех экспортных преимуществ, которые дает ей статус крупнейшего в мире производителя и поставщика традиционных энергоресурсов (нефти, газа). Отстать в этой гонке нельзя.

Наша страна располагает не только значительным научно-техническим потенциалом в области водородной энергетики, но и необходимым ресурсом металлов, в первую очередь платиновой группы и особенно палладия (50 % мирового производства), необходимых для создания топливных элементов и которые являются серьезным дефицитом для Евросоюза.

Имеется информация, что в Институте теплофизики по контрактам ведутся работы над топливными элементами с протонными мембранами, которые работают на воде, и над электролизерами с протонными мембранами. Кроме этого, ученые-теплофизики создали демонстрационный стенд с высокотемпературным электролитом из расплава солей. Проводится успешная работа по твердооксидным топливным элементам.

В Новосибирске производятся тепловые насосы и может быть очень быстро освоена комбинация «топливный элемент – тепловой насос» (Ю.В. Новиков, 2006 г.).

Однако не следует ожидать быстрого прорыва в данном направлении. Тот же Евросоюз составил график внедрения водородной энергетики на Европейском континенте.

Согласно этому графику, к 2010 г. должно было быть начато серийное производство автомобилей либо на чистом водороде, либо получающих его непосредственно на борту. К 2020 г. появятся дешевые высокотемпературные топливные элементы. А водородные автомобили станут

конкурентоспособными. Местные сети распределения водорода начнут объединяться, а существенную долю этого газа станут получать из возобновляемых ресурсов вроде разложения воды или биогаза солнечным электричеством. В 2030 г. появятся устройства длительного хранения водорода; водород окажется предпочтительным топливом для автомобилей, при этом значительную часть электроэнергии станут производить непосредственно на месте ее потребления. В 2040-м водородная энергетика станет доминировать, а при получении водорода не будет выделяться диоксид углерода, то есть водород не будут производить из ископаемых углеводородов.

Ожидается, что к 2050 г. на трассы коммерческих полетов выйдут “водородные” самолеты. Здесь, кстати будет упомянуть, что еще в 80-х годах прошлого века в СССР прошел успешные испытания такой самолет. Правда, основной груз на его борту составляли водородные топливные элементы.

2.8 Актуальность перехода на энергосберегающий тип развития городов

Образ жизни в городах, их “расползание” с захватом природных территорий, усиление миграционных процессов неизбежно приводят к повышению спроса на энергоносители, особенно на сырую нефть. Последняя необходима для производства бензина, так как число автомашин и километраж челночных поездок неуклонно возрастают. Кроме того, бурно растущие индивидуальные дома в пригородах потребляют в 1,5 – 2 раза больше энергии для отопления зимой и охлаждения летом, чем аналогичные городские жилища с общими системами жизнеобеспечения. Отсюда неизбежно повышение спроса на нефть, природный газ и электроэнергию, бóльшую часть которой дают угольные и атомные электростанции.

Ученые предупреждают о грядущем резком обострении мирового энергетического кризиса, проявление которого уже фиксируются в настоящее время. Не следует обманываться кажущейся стабильностью мировой экономики, она может рухнуть внезапно, как это случилось в 1973 г., когда разразился нефтяной кризис, порожденный противоречиями между

производителями и потребителями нефти.

Ждать, когда кризис разразится и только тогда принимать меры, по крайней мере, неразумно. Опыт 70-х годов прошлого столетия показал, что ждать от них отдачи придется долгие годы.

Ученые считают, что для решения указанной проблемы необходимо сочетание трех основных подходов: 1) экономия природных энергоносителей; 2) развитие альтернативных источников энергии и 3) энергосбережение, причем на различных уровнях: государственном, региональном, местном и индивидуальном.

Есть основания считать, что из всех рассмотренных, так называемых альтернативных видов энергии, ни один не является абсолютно безопасным в экологическом отношении и в обозримом будущем они не могут составить конкуренции традиционным, прежде всего тепловой и атомной. Одна из причин – чисто экономическая: сравнительная дороговизна нетрадиционных видов энергии а также потребность в относительно больших площадях (табл. 2.2).

Таблица 2.2 - Сравнительная характеристика различных способов получения энергии (В.А. Бейлин, А.С. Боровик, В.С. Малышевский, 2001 г.)

Тип электростанции	Удельный съем энергии с единицы площади занимаемой земли (Вт/м ²)	Удельные капиталовложения (отн. ед.)
Ветровая	0,4	4,5
Солнечная	30	3
Геотермальная	4	3
Атомная	1300	1

Конечно, по мере обострения экологических проблем и экологизации общественного сознания этот аргумент будет иметь все меньшее значение. Но это в перспективе. А сейчас первостепенное значение приобретают вопросы экономии энергетических ресурсов, чему, к сожалению, уделяется так мало внимания.

Крупным резервом развития топливно-энергетического комплекса является совершенствование технологий извлечения энергоресурсов. Сейчас в недрах остается, например, около 70 % нефти из-за технологического отставания нефтеперерабатывающей промышленности или, что часто имеет место, в результате желания некоторых компаний как можно быстрее извлечь прибыль. Только использование передовых технологий, имеющихся за рубежом и в нашей стране, позволит дополнительно извлечь десятки миллионов тонн энергоресурсов. Столь же значительные резервы кроются в увеличении глубины переработки сырья. О возможностях энергосберегающего развития говорит опыт многих стран, где экономический рост в последние годы обеспечивался только за счет экономии энергоресурсов без строительства новых станций и разработки новых месторождений. Для этого широко использовались как прямое регулирование, так и рыночные механизмы, методы стимулирования.

Так, в 1978 г. в США был принят Акт о регулировании и политике в области коммунальных услуг. Он стимулировал разработку альтернативных систем электроснабжения (например, ветростанций), реконструкцию мелких ГЭС и когенерирование. Более того, Акт обязал крупные электрокомпании покупать у независимых производителей электроэнергию по ее полной себестоимости на их собственной станции.

С 1975 по 1985 г. инвесторы в развитие альтернативных источников энергии получали налоговые льготы. Так, если домовладелец приобретал солнечную водонагревательную систему, ее стоимость вычиталась из его доходов, а значит он платил меньше налогов. Поэтому такие приобретения становились очень привлекательными, и в результате в США быстро развивалась солнечная и ветровая энергетика. Прогрессу в этой области существенно способствовало и то, что развитие альтернативных источников энергии финансировалось из федерального бюджета. Всячески поддерживались научные исследования, технические разработки и демонстрационные проекты.

Следует подвергнуть критике сложившуюся в стране (отчасти благодаря мировой конъюнктуре) недальновидную экспортную политику. Дело в том, что в настоящее время удельный вес только топливно-энергетических ресурсов в общем объеме экспорта России составляет около

40 %. Такая политика несомненно наносит удар по благополучию будущих поколений. Вопрос должен быть поставлен ребром: или дальнейшее, как правило, чрезвычайно капиталоемкое валовое наращивание энергии, основанное на строительстве новых станций, все более дорогостоящей разработке месторождений в крайне неблагоприятных условиях (в основном наши перспективные месторождения энергоресурсов за Полярным кругом), сопровождаемой огромными социально-экологическими издержками, или ориентация на рост конечных экономических результатов, основанных на везде, где это возможно, экономии энергии. Тем более, что мировой опыт, особенно развитых стран, обделенных природными ресурсами, доказывает: переход на энергосберегающий тип экономики развития гораздо эффективнее не только с экономических, но прежде с социальных и экологических позиций.

Здесь показателен пример Японии. Когда в 70-х годах прошлого века разразился энергетический кризис, правительство страны провозгласило политику экономии энергоресурсов и взяло под жесткий контроль бизнес, обязав его развивать конкурентноспособные энергосберегающие технологии от мелких бытовых приборов до крупных агрегатов, автомобилей, авиалайнеров, судов и т.д. В результате через 10 лет произошло удвоение валового внутреннего продукта страны, продукция Японии укрепила свои международные позиции, а энергопотребление при этом возросло всего на 8 %.

Энергетические проблемы в России порождены прежде всего нерациональным использованием энергетических ресурсов и энергии, а не их нехваткой. Так, в России на душу населения добывается больше нефти и газа, производится больше электроэнергии, чем в большинстве развитых стран. Однако показатели конечных экономических достижений прямо противоположны. И при современной нерациональной экономической структуре в стране никогда не хватит энергии, сколько бы ее ни производилось (Э.В. Гирусов и др. , 2002 г.).

С целью осуществления оправданной с эколого-экономических позиций перестройки энергозатратной структуры хозяйства страны в энергосберегающую необходимо планомерно и достаточно быстро заменить устаревшие "энергопожирающие" технологии на экономичные. Так, по

расчетам специалистов, широкое использование в металлургии СНГ энергосберегающего оборудования позволит сэкономить примерно 12 % вырабатываемой энергии, что соответствует ее производству на АЭС. Между тем многие виды энергосберегающего оборудования, в частности для непрерывной разливки стали, были разработаны в нашей стране и экспортировались в Японию и другие страны. Однако у нас удельный вес непрерывной разливки стали составляет 17 %, тогда как в Японии – 93, ФРГ и Франции – около 90, США – 64 %.

Еще один пример. Известно, что в лампах накаливания лишь небольшая часть электроэнергии расходуется по назначению – на освещение. Подавляющая же часть теряется в виде теплового излучения. Между тем давно освоено производство таких электроламп, которые потребляют в пять раз меньше электроэнергии, чем обычные. Их повсеместное использование высвободило бы такое количество электроэнергии, которое вырабатывает весь каскад волжских ГЭС.

С бурным распространением автотранспорта в России, возрастанием доли устаревших иномарок, развитием пригородов постоянно увеличивается расход автомобильного горючего. Автомобиль в нашей стране не только главный загрязнитель воздуха городов, но и основной “пожиратель” жидкого топлива, неуклонно подталкивающий нас к серьезному энергетическому кризису.

Между тем уже существуют автомобили, у которых средний расход горючего как минимум в два раза меньше, чем у нынешних машин, а фирмы “Тойота”, “Пежо”, “Фольксваген”, “Вольво” заканчивают испытания моделей с расходом 2,3 – 3,4 л бензина на 100 км. Фирма “Рено” разработала автомобиль, проходящий 100 км на 1,9 л бензина.

Особо следует указать на превосходящие всякие разумные пределы энергозатраты в системе жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ). Так, подземные коммуникации со слабой теплоизоляцией, дома, квартиры щедро поставляют тепло в окружающую среду. До трети всех коммуникаций находится в аварийном состоянии. Большие тепловые потери в существующих системах теплоснабжения и вентиляции помимо экономических убытков, являются причиной теплового загрязнения городов и поселков, дестабилизирующего среду обитания. Поэтому энергосбережение

является ключевым звеном реформирования ЖКХ России. Подсчитано, что резервы по теплу в стране составляют от 25 до 60 %.

Основой для разработки и реализации государственной программы энергосбережения должен стать всеобъемлющий *энергоаудит* объектов ЖКХ, имеющий целями (Е.М. Авдолимов, 2006 г.):

- выявление источников и причин нерациональных энергозатрат и неоправданных потерь тепловой энергии;
- разработка на основе технико-экономического анализа рекомендаций по их ликвидации;
- предложение технико-обоснованной программы по экономии тепловой энергии, очередность реализации предлагаемых мероприятий с учетом объемов затрат и сроков окупаемости при обеспечении требуемого уровня коммунальных услуг.

Огромные теплотери имеют место при транспортировке теплоносителя (горячей воды, пара) по тепловым сетям от ТЭЦ и от котельных. Эти потери оцениваются в 15 – 30 % отпускаемой потребителям энергии, что связано прежде всего с малоэффективной изоляцией теплопроводов.

Согласно расчетам, на отопление зданий в стране расходуется ежегодно 240 млн. т условного топлива, что составляет около 20 % общего расхода энергоресурсов в России. Теплотери в самом здании складываются из теплотерь через наружные стены (15 %), окна и балконные двери (17 %), полы (18 %), чердачные перекрытия и крышу (18 %), вентиляционную систему (32 %). Приведенные данные говорят о необходимости борьбы с теплотерями прежде всего посредством снижения теплопередачи ограждающих конструкций, а также применения новых типов окон с двойным и тройным остеклением, более эффективной теплоизоляции.

Специалисты разработали технические и организационные мероприятия с целью экономии тепла в системе отопления объектов ЖКХ:

- переход системы отопления на режим при сниженной температуре в нерабочие смены и выходные дни для магазинов, кинотеатров и других нежилых помещений (в климатических условиях средней полосы России это позволит достичь 8 – 10 % экономии тепловой энергии на отопление);
- применение систем лучистого отопления с обогреваемыми полами и стеновыми панелями, которые создают комфортные условия при температурах 15 – 16 °С (расход топлива снижается примерно на 20 – 30 %);
- оборудование квартир индивидуальными средствами регулирования

температуры и учета расхода тепла на отопление.

Правительство России одобрило Энергетическую стратегию России на период до 2020 г. Задача новой программы – обеспечить устойчивое развитие топливно-энергетического комплекса в условиях его реформирования.

Даже скромные оценки возможной и вполне достижимой в приемлемые сроки экономии энергии в результате структурной перестройки экономики составляют 25 – 30 %. Это означает, что при современном уровне добычи нефти, угля, газа, производстве электроэнергии, при рациональных и нормальных экономических структурах можно было бы увеличить эффективное энергопотребление почти на треть. Такого количества дополнительной энергии хватило бы на многие годы самого бурного социально-экономического развития.

Вопросы для самоконтроля

13. В чем состоит разница между добавляющими и недобавляющими видами источников энергии? Что такое энерго-демографический кризис?

14. Каким образом используется солнечная энергия для теплоснабжения? Что такое солнечный коллектор?

15. Раскройте принцип работы активной солнечной нагревательной системы. Что такое солнечный “пруд”?

16. Охарактеризуйте с экологических позиций достоинства и недостатки наземных солнечных электростанций с гелиостатами.

17. Как осуществляется прямое преобразование солнечной энергии в электрическую? Принцип работы фотоэлектрического преобразователя.

18. Как используется энергия морей и океанов в волновых электростанциях? Электростанциях морских течений? Приливных электростанциях?

19. Каковы перспективы геотермальной энергетики для России?

20. Какие недостатки экологического характера присущи ветродвигателям? Как они могут быть устранены?

21. Как работает биоэнергетическая установка? В каких случаях наиболее целесообразно использование биогаза?

22. Достоинства и недостатки водородной энергетики? Методы хранения и транспортирования водорода.

23. Каковы возможности энергоснабжения в ЖКХ страны?